

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОСАЖДЕНИЯ ИНТЕРМЕТАЛЛИДНЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ ПЛАЗМЫ ВАКУУМНО- ДУГОВОГО РАЗРЯДА MODELING OF INTERMETALLIC COATINGS DEPOSITION PROCESS FROM VACUUM-ARC PLASMA

Варданян Э.Л., Рамазанов К.Н., Нагимов Р.Ш.

Уфимский государственный авиационный технический университет, Россия, Уфа, ул.

К.Маркса 12 к8. [rustembokushisan@gmail.com](mailto:rustembokushisan@gmail.com)

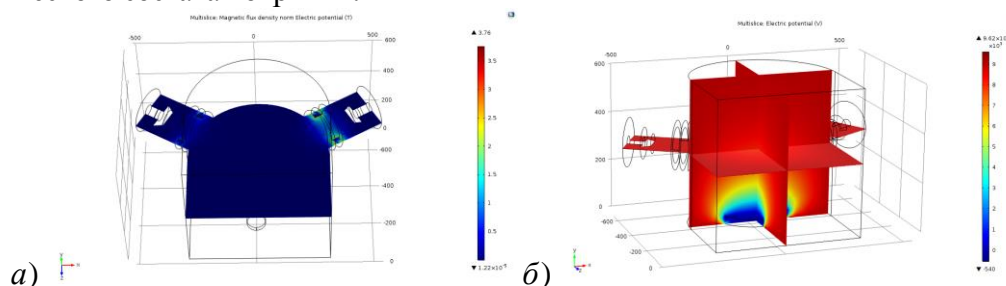
**Аннотация.** Исследованы физико-химические процессы протекающие в процессе осаждения интерметаллидных покрытий из плазмы вакуумно-дугового разряда. Смоделировано электростатическое поле, создаваемое в вакуумной камере подачей отрицательного потенциала смещения на обрабатываемую деталь. электромагнитных полей на ионные потоки металлов. Разработана математическая модель процесса вакуумного ионно-плазменного осаждения на основе интерметаллида системы Ti—Al с учетом влияния электростатических и электромагнитных полей на ионные потоки металлов.

**Annotation.** The physico-chemical processes taking place in the process of precipitation of intermetallic coatings from the vacuum-arc discharge plasma are studied. An electrostatic field created in a vacuum chamber by applying a negative bias potential to the workpiece is modeled. Electromagnetic fields on the ion fluxes of metals. A mathematical model of the process of vacuum ion-plasma deposition based on the intermetallic compound of the Ti-Al system is developed taking into account the influence of electrostatic and electromagnetic fields on ionic metal fluxes.

Покрyтия на основе интерметаллидов систем Ti-Al могут быть использованы в качестве защитных покрытий в химической промышленности, авиакосмической технике, автомобилестроении и т.д.[1]. В частности, покрытия с содержанием фаз  $TiAl_3+TiAl$  обладают хорошей коррозионной стойкостью при температурах 600-1100 °С, и могут быть применены для защиты лопаток компрессора. Для прогнозирования фазового состава и обеспечения необходимых условий при осаждении интерметаллидных покрытий целесообразно производить математическое моделирование процесса [2].

В данной работе представлены результаты разработки модели процесса осаждения интерметаллидных покрытий из плазмы вакуумно-дугового разряда на установках ННВ-6,6- И1 в среде COMSOL Multiphysics. Смоделировано электростатическое и электромагнитные поля в вакуумной камере. При помощи модуля Particle Tracing (Трассировка частиц) описаны потоки ионов металлов в вакуумной камере под действием электрических и электромагнитных полей.

В ходе расчетов было получено пространственное распределение электростатических и электромагнитных полей в вакуумной камере. Также, получено распределение химических элементов осаждаемых материалов на поверхности обрабатываемой детали для определения стехиометрического состава покрытия.



Распределение а) электромагнитных полей; б) электростатического поля.

## Литература

- [1] Budilov V V, Vardanyan E L 2016 Journal of Surface Investigation: X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques Vol. 10 No 4 pp 728–731
- [2] Будилов В.В., Р.М. Киреев, И.И. Ягафаров Оценка точности деталей ГТД при ионно-плазменном нанесении покрытий Изв. вузов. Авиационная техника. 2012. №2. — с.65-68